



⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑬ **DE 198 51 264 A 1**

⑭ Int. Cl.⁷:
B 23 Q 3/157

⑮ Aktenzeichen: 198 51 264.3
⑯ Anmeldetag: 6. 11. 1998
⑰ Offenlegungstag: 18. 5. 2000

DE 198 51 264 A 1

⑱ Anmelder:
Alfing Kessler Sondermaschinen GmbH, 73431
Aalen, DE

⑲ Vertreter:
HOFFMANN + EITLE, 81926 München

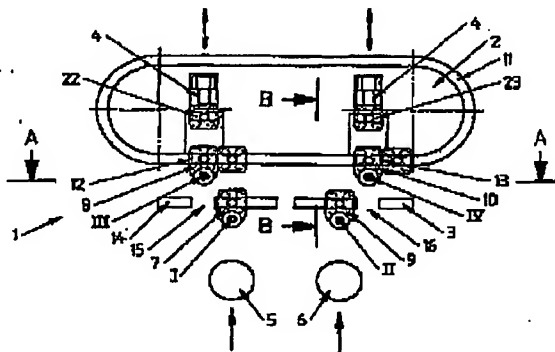
⑳ Erfinder:
Strobel, Johann-Ludwig, 73433 Aalen, DE; Wieland,
Wolfgang, 73486 Adelsmannsfelden, DE

㉑ Entgegenhaltungen:
DE 39 01 838 C3
DE 43 04 351 A1
DE 36 44 024 A1
DE-OS 22 38 774
US 54 78 300 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉒ **Werkzeugwechselvorrichtung**

㉓ Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugwechselvorrichtung, insbesondere für Ein- oder Mehrspindelwerkzeugmaschinen, sowie ein Verfahren zum Durchführen eines Werkzeugwechsels im NC-gesteuerten Bearbeitungszentrum mit einer oder mehreren Spindeln. Hierfür weist die Werkzeugwechselvorrichtung einen Hauptspeicher (2) zur Aufnahme einer Vielzahl von Bearbeitungswerkzeugen (I-VI), zumindest einen Zwischenspeicher (3) und zumindest eine Übergabevorrichtung (4) zum Transport der Bearbeitungswerkzeuge zwischen dem Hauptspeicher (2) und dem Zwischenspeicher (3) auf, wobei der Zwischenspeicher (3) zumindest eine Übergabeposition zur Werkzeugübergabe zwischen dem Hauptspeicher (3) und der jeweiligen Spindel (5, 6) der Werkzeugmaschine aufweist.



DE 198 51 264 A 1

DE 198 51 264 A 1

1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugwechselvorrichtung, insbesondere für Ein- oder Mehrspindelwerkzeugmaschinen, deren Spindeln Bearbeitungswerkzeuge NC-gesteuert aus einem Werkzeugmagazin aufnehmen. Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Durchführen eines Werkzeugwechsels in NC-gesteuerten Bearbeitungszentren mit einer oder mehreren Spindeln.

Stand der Technik

Aus der DE 39 01 838 C3 ist eine Bearbeitungszelle einer Zweispindelwerkzeugmaschine bekannt, die zwei über einen Motor angetriebene, drehbare Werkzeugwechsler aufweist. Diese Werkzeugwechsler umfassen jeweils zwei Arme mit daran angebrachten Kupplungen zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen. Für den Wechsel eines Bearbeitungswerkzeugs nimmt einer der Arme des Werkzeugwechslers aus einem Werkzeugmagazin ein Bearbeitungswerkzeug auf, das in eine Spindel des Bearbeitungszentrums eingewechselt werden soll. Durch eine Drehung des Werkzeugwechslers wird der zweite leere Arm des Werkzeugwechslers so positioniert, daß das in der Spindel des Bearbeitungszentrums befindliche Werkzeug von der Aufnahmekupplung des leeren Armes übernommen werden kann.

Durch ein weiteres Verdrehen des Werkzeugwechslers um seine Drehachse wird der Arm mit dem einzuwechselnden Bearbeitungswerkzeug so positioniert, daß das neue Bearbeitungswerkzeug von der Spindel des Bearbeitungszentrums aufgenommen werden kann. Durch eine weitere Drehung des Werkzeugwechslers wird das alte Bearbeitungswerkzeug dem Werkzeugmagazin zugeführt und es kann nach einer erneuten Drehung des Werkzeugwechslers das für die Bearbeitung des Werkstücks als nächstes notwendige Werkzeug von einem Arm des Werkzeugwechslers aus dem Werkzeugmagazin aufgenommen werden.

Aus dem Prospekt der Firma Fritz Werner Werkzeugmaschinen AG, Berlin, 1712 D 4000 9/93 HH "Baureihe-TCF" ist ein Bearbeitungszentrum mit einer oder zwei Werkzeugspindeln bekannt, das eine Werkzeugwechselvorrichtung aufweist, die Bearbeitungswerkzeuge zwischen einem Magazin und den Spindeln transportiert. Diese Werkzeugwechselvorrichtung weist zwei Arme auf, die jeweils ein Bearbeitungswerkzeug aufnehmen können. Für einen Werkzeugwechsel wird zunächst ein Bearbeitungswerkzeug mit einer Wechslerzange aus dem Magazin entnommen und in eine Bereitstellungsposition transportiert. Anschließend fahren der Werkzeugwechsler und der Maschinenständer aufeinander zu, wobei eine freie Wechslerzange das alte Werkzeug aus der Spindel des Bearbeitungszentrums aufnimmt. Durch eine Drehung des Werkzeugwechslers um seine Drehachse wird das neue Bearbeitungswerkzeug in die Spindel eingewechselt. Der Werkzeugwechsler und der Maschinenständer bewegen sich nun wieder voneinander weg und das alte Bearbeitungswerkzeug wird von dem Werkzeugwechsler im Magazin abgelegt.

Zur Steigerung der Effizienz von Bearbeitungszentren ist es notwendig, den Werkzeugwechselvorgang möglichst schnell und präzise durchzuführen. Ein Werkzeugwechsler nach dem Stand der Technik kann zur gleichen Zeit immer nur ein Bearbeitungswerkzeug an eine Spindel abgeben oder ein Bearbeitungswerkzeug aufnehmen. Die simultane Übergabe oder Übernahme von Bearbeitungswerkzeugen von

2

mehreren Spindeln ist nicht möglich. Die aus dem Stand der Technik bekannten Werkzeugwechselvorrichtungen weisen einen komplizierten Aufbau auf, in dem teilweise zeitintensiv Dreh- und Verschiebewegungen für einen Werkzeugwechsel miteinander koordiniert werden müssen. Aufgrund des komplizierten Aufbaus sind die Wartungs- und Herstellungskosten für derartige Werkzeugwechselvorrichtungen unverhältnismäßig hoch.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine Werkzeugwechselvorrichtung für Ein- oder Mehrspindelwerkzeugmaschinen bereitzustellen, die einen vereinfachten Aufbau besitzt und daher kostengünstig herzustellen ist, sowie einen schnellen und präzisen Werkzeugwechsel ermöglicht. Zusätzlich soll ein Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen bereitgestellt werden, das die für den Werkzeugwechsel erforderliche Zeit weiter reduziert.

Dieses technische Problem wird durch eine Werkzeugwechselvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen mit den Merkmalen des Anspruchs 29 gelöst. Eine erfindungsgemäße Werkzeugwechselvorrichtung weist einen Hauptspeicher, eine Übergabevorrichtung und einen Zwischenspeicher auf, der zur Werkzeugübergabe zwischen dem Zwischenspeicher und einer Spindel der Werkzeugmaschine eine Übergabeposition besitzt. Dabei kann der Zwischenspeicher zumindest zwei Bearbeitungswerkzeuge pro Spindel aufnehmen, während der Hauptspeicher zur Aufnahme einer Vielzahl von Bearbeitungswerkzeugen ausgebildet ist.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß ein Werkzeugwechsel besonders schnell erfolgt, wenn das Bearbeitungswerkzeug und die Spindel des Bearbeitungszentrums für den Werkzeugwechsel jeweils nur minimale Strecken bewegt werden müssen. Daher sind in dem Zwischenspeicher der Werkzeugwechselvorrichtung eine leere Aufnahmevorrichtung sowie eine Aufnahmeförderung mit dem einzuwechselnden Bearbeitungswerkzeug vorhanden. Vorzugsweise sind die leere Aufnahmeförderung und die Aufnahmeförderung mit dem neuen Bearbeitungswerkzeug nebeneinander angeordnet, so daß der Weg, den die Aufnahmeförderungen für einen Werkzeugwechsel zurücklegen müssen, minimiert wird. Zum Entnehmen des Bearbeitungswerkzeuges aus einer Spindel wird die Spindel zu der Übergabeposition des Zwischenspeichers bewegt, in der sich bereits eine leere Aufnahmeförderung befindet. Beispielsweise im Pickup-Verfahren kann dann das alte Bearbeitungswerkzeug an die leere Aufnahmeförderung übergeben werden. Die Spindel wird nun um einen kleinen definierten Betrag zurückgezogen, so daß die Aufnahmeförderungen in dem Zwischenspeicher verschoben werden können, ohne daß die Gefahr einer Kollision mit der Spindel besteht. Aus einer Bereitstellungsposition neben der Übergabeposition wird nun die Aufnahmeförderung mit dem für den nächsten Bearbeitungsgang benötigten Bearbeitungswerkzeug in die Übergabeposition verschoben, wodurch gleichzeitig die Aufnahmeförderung mit dem alten Bearbeitungswerkzeug in einer Bereitstellungsposition verschoben wird. Anschließend verfährt die Spindel der Werkzeugmaschine wieder in Richtung der Übergabeposition des Zwischenspeichers und nimmt dort im Pickup-Verfahren das neue Bearbeitungswerkzeug auf.

Vorzugsweise kann während der Hauptzeit, also während ein Werkstück von der Werkzeugmaschine bearbeitet wird, und auch während der Zeit des Werkzeugwechsels, der so-

DE 198 51 264 A 1

3

genannten Nebenzeit, eine Transportvorrichtung die Aufnahmevorrichtungen im Hauptspeicher so bewegen, daß entweder ein neues Bearbeitungswerkzeug in eine Position verschoben wird, in der die Übergabevorrichtung das neue Bearbeitungswerkzeug in den Zwischenspeicher verschieben kann, oder daß ein altes Bearbeitungswerkzeug aus dem Zwischenspeicher von der Übergabevorrichtung in den Hauptspeicher einsortiert werden kann. Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird durch die Übergabevorrichtung an diejenige Stelle im Hauptspeicher, aus der ein Bearbeitungswerkzeug in den Zwischenspeicher verschoben wird, ein Platzhalter eingefügt, der im wesentlichen die Breite einer Aufnahmevorrichtung aufweist, und wie diese im Hauptspeicher verschiebbar ist. Wird ein Bearbeitungswerkzeug mit einer Aufnahmevorrichtung aus dem Zwischenspeicher über die Übergabevorrichtung in den Hauptspeicher verschoben, so wird der Platzhalter aus dem Hauptspeicher entfernt und gleichzeitig die Aufnahmevorrichtung mit dem Bearbeitungswerkzeug an der Stelle des Platzhalters einsortiert. Auf diese Weise kann der für den Werkzeugwechselvorgang benötigte Zeitraum auf ein Minimum reduziert werden und es wird sichergestellt, daß selbst bei einem kurzzeitigen Einsatz eines Bearbeitungswerkzeugs, also einer kurzen Hauptzeit, immer eine leere Aufnahmevorrichtung für die Aufnahme des alten Bearbeitungswerkzeugs sowie eine Aufnahmevorrichtung mit dem neuen Bearbeitungswerkzeug im Zwischenspeicher bereitsteht.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist der Hauptspeicher als eine ovale schienenförmige Bahn ausgebildet. Pro Spindel der Werkzeugmaschine ist diese schienenförmige Bahn an einer Stelle unterbrochen. Die Breite dieser Öffnung in der Schiene des Hauptspeichers entspricht vorzugsweise der Breite einer Aufnahmevorrichtung. Auch der Zwischenspeicher ist nach dieser Ausführungsform als eine schienenförmige Bahn ausgebildet. Pro Spindel der Werkzeugmaschine weist auch die Schiene des Zwischenspeichers eine Unterbrechung auf, die exakt die gleiche Breite wie die Öffnung der Schiene des Hauptspeichers hat. Vorzugsweise ist die Schiene des Hauptspeichers zumindest in dem Bereich, der die Unterbrechungen aufweist, als eine ebene, geradlinige Schiene ausgebildet. Der Zwischenspeicher ist ebenfalls als eine geradlinige Schiene ausgebildet, die zu diesem geradlinigen Schienenabschnitt des Hauptspeichers parallel ist. Die Öffnungen der Schiene des Hauptspeichers und des Zwischenspeichers sind miteinander fluchtend angeordnet.

Die Übergabevorrichtung ist vorzugsweise im wesentlichen senkrecht zu dem geradlinigen Schienenstück des Hauptspeichers und der Schiene des Zwischenspeichers angeordnet. Eine erfindungsgemäße Übergabevorrichtung besteht allgemein aus einem Befestigungsrahmen mit einem Linearantrieb, vorzugsweise in Form einer Kolben-Zylinder-Anordnung, sowie zwei Schienenstücken, die fest mit dem Antrieb verbunden sind, um durch diesen verschiebbar zu sein. Der Abstand zwischen den beiden Schienenstücken ist feststehend und entspricht exakt dem Abstand zwischen der Schiene des Zwischenspeichers und dem dazu parallelen Schienenabschnitt des Hauptspeichers.

Wird als Linearantrieb eine Kolben-Zylinder-Anordnung eingesetzt und befindet sich der Zylinder in seiner eingefahrenen Position, ist eines der Schienenstücke in den geradlinigen Abschnitt der Schiene des Hauptspeichers eingepaßt. Die Breite der beiden Schienenstücke der Übergabevorrichtung entspricht dabei exakt der Breite der Öffnungen in den Schienen des Hauptspeichers und des Zwischenspeichers, also im wesentlichen der Breite einer Aufnahmevorrichtung für Bearbeitungswerkzeuge. In diesem Zustand, in dem der Zylinder der Übergabevorrichtung eingefahren ist, bleibt die

4

Öffnung oder Lücke in der Schiene des Zwischenspeichers geöffnet, während das zweite Schienenstück der Übergabevorrichtung vorzugsweise einen Platzhalter trägt und weder mit der Schiene des Hauptspeichers noch mit der des Zwischenspeichers in Verbindung steht.

Wird nun der Zylinder der Übergabevorrichtung ausgefahren, dann werden gleichzeitig die Öffnungen in den Schienen des Hauptspeichers und des Zwischenspeichers geschlossen, indem das Schienenstück, das sich in der Öffnung des Hauptspeichers befunden hatte, in die Öffnung des Zwischenspeichers verschoben wird und das Schienenstück mit dem Platzhalter in die Öffnung des Hauptspeichers verschoben wird. In diesem Zustand sind die Aufnahmevorrichtungen im Zwischenspeicher über die gesamte Schienenlänge des Zwischenspeichers verschiebbar; gleichzeitig lassen sich die im Hauptspeicher befindlichen Aufnahmevorrichtungen und Platzhalter beliebig verschieben. Die Kolben-Zylinder-Anordnung der Übergabevorrichtung wird vorzugsweise über eine Hydraulik oder Pneumatik betrieben. Den Anforderungen der Übergabevorrichtung entsprechend lassen sich aber auch andere Antriebskonzepte realisieren, beispielsweise Zahnstangen- oder andere Antriebe.

Durch diese oben beschriebene Übergabevorrichtung können Aufnahmevorrichtungen zwischen dem Zwischenspeicher und dem Hauptspeicher schnell und exakt transportiert werden, während gleichzeitig bei einem Verschieben einer Aufnahmevorrichtung mit einem Bearbeitungswerkzeug aus dem Hauptspeicher in den Zwischenspeicher ein Platzhalter in den Hauptspeicher eingefügt werden kann. Wird ein Werkzeug aus dem Zwischenspeicher in den Hauptspeicher zurücktransportiert, so kann es exakt an die Stelle in dem Hauptspeicher wieder eingeordnet werden, an der die Aufnahmevorrichtung mit dem Bearbeitungswerkzeug vor der Bearbeitung angeordnet war, und die durch den Platzhalter gekennzeichnet ist, der gleichzeitig aus dem Hauptspeicher entfernt wird.

Um die Aufnahmevorrichtungen innerhalb des Zwischenspeichers auf der Schiene verschieben zu können, ist an dem Zwischenspeicher erfindungsgemäß zumindest ein weiterer Zylinder vorhanden, dessen Kolben eine oder mehrere Aufnahmevorrichtungen gleichzeitig verschieben kann. Während des Werkzeugwechselvorgangs müssen damit nur wenige Aufnahmevorrichtungen, vorzugsweise zwei Aufnahmevorrichtungen, bewegt werden. Die zu beschleunigenden Massen sind also minimiert worden, wodurch der Verschiebeprozess innerhalb des Zwischenspeichers schnell und mit geringem Energieaufwand und insbesondere auf kürzestem Weg vonstatten geht. Das Verschieben der Aufnahmevorrichtungen im Zwischenspeicher erfolgt vorzugsweise linear durch den Zylinderkolben, der beispielsweise hydraulisch oder pneumatisch angetrieben wird. Diese Antriebsart ist besonders wartungsarm und zeichnet sich durch eine hohe Zuverlässigkeit aus. Anstelle eines Antriebs über einen Zylinderkolben können die Aufnahmevorrichtungen auch über einen anderen Linearantrieb, beispielsweise über eine Zahnstange, angetrieben werden.

Eine Werkzeugwechselvorrichtung nach dieser Ausführungsform kann das für den nächsten Bearbeitungsgang benötigte Bearbeitungswerkzeug während der Hauptzeit bereitstellen, d. h. während sich die Spindel im Spanprozeß befindet. Ein zeitaufwendiger Werkzeugschub während des Werkzeugwechsels entfällt damit. Da im Zwischenspeicher stets eine leere Aufnahmevorrichtung neben der Aufnahmevorrichtung mit dem für den folgenden Bearbeitungsgang erforderlichen Bearbeitungswerkzeug angeordnet ist, müssen die Aufnahmevorrichtungen nur einen minimalen Weg verschoben werden, nachdem das alte Bearbeitungswerkzeug in einer Aufnahmevorrichtung von der Spindel

DE 198 51 264 A 1

5

abgelegt wurde und bevor das neue Bearbeitungswerkzeug von der Spindel aufgenommen wird. Die für den Werkzeugwechsel erforderliche sogenannte Nebenzeit wird damit erheblich reduziert. Da die Aufnahmevorrichtungen mit den Bearbeitungswerkzeugen während der Hauptzeit in den oder aus dem Hauptspeicher verschoben werden, kann ein längerer Sortiervorgang im Hauptspeicher in Kauf genommen werden. Dies ermöglicht, die Bearbeitungswerkzeuge in Gruppen oder in einem bestimmten Ordnungssystem im Hauptspeicher anzuordnen, die beispielsweise die Wartung, Kontrolle oder den Austausch von Werkzeuggruppen erleichtern.

Der einfache Aufbau einer Werkzeugwechselvorrichtung nach dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ermöglicht eine besonders kostengünstige Herstellung. Die einzelnen Komponenten sind einfach aufgebaut; sie sind also leicht zu warten und wenig störfällig. Damit reduzieren sich auch die Wartungs- und Betriebskosten für die Werkzeugwechselvorrichtung.

Vorzugsweise sind die Aufnahmevorrichtungen, die die Bearbeitungswerkzeuge tragen, Kassetten mit Greifzangen, die im Pickup-Verfahren Bearbeitungswerkzeuge präzise aufnehmen bzw. abgeben können.

Da sich im Zwischenspeicher stets nur einige wenige Aufnahmevorrichtungen befinden, sind bei der Positionierung der Aufnahmevorrichtungen im Zwischenspeicher größere Toleranzen zulässig. Wenn eine Spindel im Pickup-Verfahren ein Bearbeitungswerkzeug an eine nicht exakt in der Übergabeposition befindliche Aufnahmevorrichtung übergeben soll, kann die Aufnahmevorrichtung über das in die Greifzange eingreifende Bearbeitungswerkzeug in die exakte Übergabeposition verschoben werden. Hierzu werden nur wenige Aufnahmevorrichtungen, vorzugsweise nur zwei Aufnahmevorrichtungen, im Zwischenspeicher verschoben, was ohne einen zu großen Kraftaufwand möglich ist. Bei einer nicht exakten Positionierung einer Aufnahmevorrichtung in einem Kettenmagazin müßte das gesamte Kettenmagazin mit erheblichem Kraftaufwand bewegt werden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist der Hauptspeicher als eine liegende ovale Schienenbahn über dem Zwischenspeicher angeordnet, der wiederum über den Spindeln der Werkzeugmaschine positioniert ist. Dieser Aufbau ermöglicht vor allem bei beengten Platzverhältnissen, die Breite eines Bearbeitungszentrums erheblich zu reduzieren.

Der Hauptspeicher kann allerdings auch nach einer weiteren Ausführungsform, wenn beispielsweise der Bauraum nach oben begrenzt ist, seitlich neben dem Zwischenspeicher angeordnet sein, der wiederum seitlich neben den Spindeln der Werkzeugmaschine angeordnet sein kann.

Die Gestaltung des Zwischenspeichers ist dabei nicht auf eine geradlinige Schiene beschränkt, vielmehr können den Anforderungen des Zwischenspeichers entsprechend auch andere Formen, wie beispielsweise eine kurvenförmige Ausbildung der Schiene des Zwischenspeichers gewählt werden. Auch der Hauptspeicher ist nicht auf die im wesentlichen ovale Ausbildung der Schienenbahn beschränkt. Den jeweiligen Erfordernissen entsprechend können beliebige Formen für den Hauptspeicher gewählt werden. Wird die Übergabevorrichtung entsprechend gestaltet, ist es auch möglich, den Hauptspeicher und/oder den Zwischenspeicher nicht als schienenförmige Bahn, sondern beispielsweise als ein Kettenmagazin zu gestalten.

In einer Mehrspindelwerkzeugmaschine sind vorzugsweise für jede Spindel ein Zwischenspeicher und eine Übergabevorrichtung vorgesehen. Damit können die Spindeln unabhängig voneinander Bearbeitungswerkzeuge aus dem Zwischenspeicher aufnehmen bzw. in dem Zwischenspei-

6

cher ablegen, und die Übergabevorrichtungen können in der Hauptzeit Bearbeitungswerkzeuge zwischen dem Zwischenspeicher und dem Hauptspeicher transportieren. Es ist aber auch möglich, daß mehrere Spindeln aus einem einzigen Zwischenspeicher Bearbeitungswerkzeuge aufnehmen bzw. sie an diesen wieder abgeben, während eine oder mehrere Übergabevorrichtung(en) die Bearbeitungswerkzeuge zwischen dem Hauptspeicher und dem Zwischenspeicher transportieren. Den Erfordernissen des Bearbeitungszentrums entsprechend, ist es auch möglich, mehrere Übergabevorrichtungen pro Spindel bzw. pro Zwischenspeicher vorzusehen. Auf diese Weise kann der Transport von alten und neuen Bearbeitungswerkzeugen zwischen dem Hauptspeicher und dem Zwischenspeicher simultan und damit auch schneller durchgeführt werden.

Nach einer letzten bevorzugten Ausführungsform ist an dem Zwischenspeicher eine Vorrichtung vorgesehen, die den Konus eines neuen Bearbeitungswerkzeugs vor dem Einwechseln in die Spindel des Bearbeitungszentrums durch Abblasen oder Abbürsten reinigt. Auch eine Anordnung dieser Reinigungsvorrichtung innerhalb des Hauptspeichers ist möglich, allerdings ist die Anordnung am Zwischenspeicher aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Hauptspeicher günstiger.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden ist zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Werkzeugwechselvorrichtung für Zweispindelwerkzeugmaschinen;

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Ebene A-A in Fig. 1; Fig. 3 einen Schnitt entlang der Ebene B-B in Fig. 1; und Fig. 4 bis 21 zur Verdeutlichung der Arbeitsweise die wesentlichen Schritte des Werkzeugwechselvorgangs einer erfindungsgemäßen Werkzeugwechselvorrichtung nach den Fig. 1 bis 3.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung

In Fig. 1 ist schematisch eine erfindungsgemäße Werkzeugwechselvorrichtung 1 für eine Zweispindel-Werkzeugmaschine gezeigt. Zur besseren Übersichtlichkeit in den Zeichnungen sind von der Werkzeugmaschine lediglich zwei Spindelstücke 5, 6 durch Kreise angedeutet. In folgenden bedeutet ein leerer Kreis, wie in Fig. 1, eine Spindel 5, 6 ohne Bearbeitungswerkzeuge. Sind, wie in Fig. 5, in der Spindel zwei kleinere konzentrische Kreise abgebildet, so befinden sich Bearbeitungswerkzeuge in der Spindel.

Eine erfindungsgemäße Werkzeugwechselvorrichtung 1 besteht im wesentlichen aus einem Hauptspeicher 2, je einem Zwischenspeicher 3 und je einer Übergabevorrichtung 4 pro Spindel 5, 6 der Werkzeugmaschine. Der Hauptspeicher 2 ist in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel als eine ortsfeste ovale Bahn mit einer Schiene 11 ausgebildet. Die Schiene 11 ist an zwei Stellen durch Öffnungen 12 und 13 unterbrochen.

Der Zwischenspeicher 3 ist von dem Hauptspeicher 2 beabstandet und besteht aus einer im wesentlichen zu dem Hauptspeicher 2 parallelen Schiene 14, die ebenfalls Öffnungen 15, 16 aufweist (vergl. Fig. 1). Die Öffnungen 12, 13 der Schiene des Hauptspeichers und die Öffnungen 15, 16 des Zwischenspeichers sind so angeordnet, daß die Öffnungen 12 und 15 bzw. 13 und 16 zueinander kongruent sind. Für jede Spindel, und damit auch für jede Übergabe-

DE 198 51 264 A 1

7

vorrichtung 4, weisen die Schienen des Hauptspeichers und des Zwischenspeichers Öffnungen 12, 15 bzw. 13, 16 der Schienen auf, die jeweils in einer Linie mit den Übergabevorrichtungen 4 angeordnet sind.

In Fig. 3 ist schematisch der Aufbau einer Übergabevorrichtung 4 dargestellt, die im wesentlichen aus einer Halterung 20, einem daran befestigten Zylinder 19 sowie zwei Schienenstücken 17, 18 besteht. Der Abstand der Schienenstücke 17 und 18 entspricht dabei dem Abstand zwischen dem Hauptspeicher 2 und dem Zwischenspeicher 3. Die Breite der Schienenstücke 17 und 18 entspricht exakt der Breite der Öffnungen 12, 13, 15, 16 in den Schienen des Hauptspeichers und des Zwischenspeichers. Über den Zylinder 19 lassen sich die Schienenstücke 17 und 18, wie durch einen Pfeil in Fig. 3 angedeutet, linear verschieben.

Im Hauptspeicher 2 sind eine Vielzahl von Aufnahmevorrichtungen 8, 10 verschiebbar angeordnet. Diese Aufnahmevorrichtungen 8, 10 können Bearbeitungswerkzeuge III und IV aufnehmen. Auch im Zwischenspeicher 3 sind Aufnahmevorrichtungen 7, 9 mit daran befestigten Bearbeitungswerkzeugen I und II verschiebbar angeordnet. Über eine nicht-dargestellte Transportvorrichtung lassen sich die Aufnahmevorrichtungen im Hauptspeicher 2 bewegen. Die Aufnahmevorrichtungen 7, 8, 9, 10, die beispielsweise Kassettensind, haben eine Breite, die höchstens der Breite der Schienenstücke der Übergabevorrichtung 4 entspricht. Zusätzlich können in diesem Ausführungsbeispiel im Hauptspeicher 2 oder der Übergabevorrichtung 4 Platzhalter 22, 23, 26, 27 vorhanden sein, deren Breite der Breite der Aufnahmevorrichtungen 7, 8, 9, 10 gleich ist. Die Platzhalter 22, 23, 26, 27 sind - wie die Aufnahmevorrichtungen - im Hauptspeicher verschiebbar angeordnet.

Über einen in Fig. 2 dargestellten Zylinder 21 können die Aufnahmevorrichtungen im Zwischenspeicher 3 linear zwischen verschiedenen Positionen verschoben werden. Die Position senkrecht über den Spindeln 5, 6 der Werkzeugmaschine wird in dem Zwischenspeicher 3 als die Übergabeposition bezeichnet. Die übrigen Positionen im Zwischenspeicher 3 werden im folgenden als Bereitstellungspositionen bezeichnet.

Im folgenden wird nun ein kompletter Werkzeugwechselzyklus näher erläutert.

In Fig. 1 befinden sich die ersten Bearbeitungswerkzeuge I und II in den Aufnahmevorrichtungen 7 und 9 innerhalb des Zwischenspeichers 3 in einer Übergabeposition, die senkrecht über den Spindeln 5 und 6 der Werkzeugmaschine definiert ist. Die leeren Spindeln 5 und 6 der Werkzeugmaschine werden nun, wie durch die Pfeile angedeutet, senkrecht nach oben verfahren, um, wie in Fig. 4 dargestellt, im Pickup-Verfahren die Bearbeitungswerkzeuge I bzw. II aufzunehmen. Die Spindeln 5 und 6 verfahren nun mit den Bearbeitungswerkzeugen I bzw. II, wie durch die Pfeile in Fig. 4 dargestellt, in ihre Arbeitsposition (Fig. 5), während die leeren Aufnahmevorrichtungen 7 und 9 in der Übergabeposition verbleiben.

Die Übergabevorrichtung 4 befindet sich zu diesem Zeitpunkt in einer Stellung, in der der Zylinder 19 eingefahren ist, so daß die untere Schiene 18 in die Öffnung 12 bzw. 13 der Schiene 11 des Hauptspeichers eingreift. Damit bildet der Hauptspeicher 2 eine vollständig geschlossene Schiene 11, in der Aufnahmevorrichtungen beliebig über die nicht dargestellte Transportvorrichtung verschoben werden können. Die für den nächsten Bearbeitungsschritt benötigten zweiten Bearbeitungswerkzeuge III und IV können so entweder in der Hauptzeit, also während der ersten Bearbeitungswerkzeuge I, II ein nicht dargestelltes Werkstück bearbeiten, oder auch während des Werkzeugwechselvorgangs, der sogenannten Nebenzeit, in eine Stellung bewegt werden,

8

daß sie sich auf dem unteren Schienenstück 18, d. h. in der Übergabevorrichtung 4 befinden.

Der Zylinder 19 der Übergabevorrichtung 4 wird nun, wie in Fig. 6 gezeigt, ausgefahren, so daß das untere Schienenstück 18 mit den darauf befindlichen Aufnahmevorrichtungen 8 bzw. 10 und den zweiten Bearbeitungswerkzeugen III bzw. IV in die Öffnungen 15 bzw. 16 der Schiene 14 des Zwischenspeichers 3 eingreift und das obere Schienenstück 17, auf dem die Platzhalter 22 bzw. 23 angeordnet sind, in die Öffnungen 12 bzw. 13 der Schiene 11 des Hauptspeichers eingreift. Dadurch sind die Schienen 14 und 11 des Zwischenspeichers bzw. des Hauptspeichers geschlossen, so daß die Aufnahmevorrichtungen 7, 8, 9, 10 in dem Zwischenspeicher durch den Zylinder 21 linear bewegbar sind. Mit diesem Verfahrensschritt wurden also die Bearbeitungswerkzeuge III, IV mit den Aufnahmevorrichtungen 8, 10 aus dem Hauptspeicher 2 in den Zwischenspeicher 3 und gleichzeitig an die Stelle der Aufnahmevorrichtungen 8, 10 die Platzhalter 22, 23 in den Hauptspeicher 2 verschoben.

Für einen Werkzeugwechsel verfahren die Spindeln 5 und 6 mit den ersten Bearbeitungswerkzeugen I, II, wie in Fig. 7 dargestellt, in die Übergabeposition und übergeben nach abgeschlossenem Bearbeitungsvorgang im Pickup-Verfahren die ersten Bearbeitungswerkzeuge I und II an die leeren Aufnahmevorrichtungen 7 bzw. 9. Die leeren Spindeln 5, 6 werden nun, wie in Fig. 8 dargestellt, ein definiertes Stück nach unten bewegt, so daß die Aufnahmevorrichtungen 7, 8, 9, 10 in dem Zwischenspeicher 3 frei bewegbar sind, ohne mit den leeren Spindeln zu kollidieren. Über den Zylinder 21 werden nun die Aufnahmevorrichtungen 7, 8, 9, 10 linear so verschoben, daß die Aufnahmevorrichtungen 8 und 10 mit den daran angebrachten zweiten Bearbeitungswerkzeugen III, IV für den nächsten Bearbeitungsschritt in die Übergabeposition bewegt werden. Gleichzeitig werden die Aufnahmevorrichtungen 7, 9 mit den Bearbeitungswerkzeugen I, II des vorangegangenen Bearbeitungsschritts in Bereitstellungspositionen innerhalb des Zwischenspeichers 3 verschoben. Dieser Zustand ist in Fig. 9 dargestellt. Die leeren Spindeln 5, 6 können nun, wie in Fig. 10 gezeigt, nach oben verfahren und im Pickup-Verfahren die zweiten Bearbeitungswerkzeuge III und IV aus der Übergabeposition aufnehmen.

Zur Bearbeitung eines Werkstücks werden die Spindeln 5 und 6 gemäß Fig. 11 wieder nach unten verfahren, wie in Fig. 10 mit Pfeilen angedeutet ist. In dem Zwischenspeicher 4 befinden sich nun zwei leere Aufnahmevorrichtungen 8, 10 in der Übergabeposition sowie zwei Aufnahmevorrichtungen 7, 9 mit den ersten Bearbeitungswerkzeugen I, II in der Bereitstellungsposition. Die Aufnahmevorrichtungen im Hauptspeicher werden inzwischen so bewegt, daß sich die Platzhalter 26 und 27 für die Aufnahmevorrichtungen 7 bzw. 9 mit den Bearbeitungswerkzeugen I, II auf dem oberen Schienenstück 17 der Übergabevorrichtung 4 befinden. Wie in Fig. 12 durch die Pfeile dargestellt, werden die Aufnahmevorrichtungen 7, 8, 9, 10 in dem Zwischenspeicher 4 über den Zylinder 21 linear verschoben, so daß sich die Aufnahmevorrichtungen 7, 9 mit den zweiten Bearbeitungswerkzeugen I, II des vorangegangenen Bearbeitungsschritts jeweils auf dem unteren Schienenstück 18 der Übergabevorrichtung 4 befinden. Wie in Fig. 12 durch die Pfeile angedeutet, werden die Aufnahmevorrichtungen 7, 9 mit den Bearbeitungswerkzeugen I, II durch ein Zusammenziehen des Zylinders 19 der Übergabevorrichtung 4 aus dem Zwischenspeicher 3 in den Hauptspeicher 2 bewegt, indem das untere Schienenstück 18 aus der Öffnung 15 bzw. 16 der Schiene 14 des Zwischenspeichers in die Öffnung 12 bzw. 13 der Schiene 11 des Hauptspeichers verfahren wird. Gleichzeitig werden die Platzhalter 26, 27 mit dem oberen Schienenstück

DE 198 51 264 A 1

9

10

17 aus dem Hauptspeicher nach oben bewegt.

Im Hauptspeicher 2 werden die Aufnahmevorrichtungen mit den Bearbeitungswerkzeugen inzwischen so bewegt, daß die dritten Bearbeitungswerkzeuge V, VI für den darauffolgenden Bearbeitungszyklus auf dem unteren Schienenstück 18 der Übergabevorrichtung 4 positioniert werden. Dieser Zustand ist in Fig. 14 dargestellt. Anschließend wird, wie in Fig. 15 durch die Pfeile angedeutet, der Zylinder 19 der Übergabevorrichtung 4 ausgefahren, so daß das obere Schienenstück 17 in die Öffnungen 12, 13 des Hauptspeichers und das untere Schienenstück 18 in die Öffnungen 15, 16 des Zwischenspeichers eingreifen. Dadurch werden die Aufnahmevorrichtungen 24, 25 mit den dritten Bearbeitungswerkzeugen V, VI in den Zwischenspeicher verschoben, während die Platzhalter 26, 27 in den Hauptspeicher gelangen.

Wie in Fig. 16 dargestellt, wird der Zylinder 21 im nächsten Schritt verfahren, so daß die leeren Aufnahmevorrichtungen 8, 10 sich in der Übergabeposition oberhalb der Spindeln 5, 6 befinden, während sich die Aufnahmevorrichtungen 24, 25 mit den Bearbeitungswerkzeugen V, VI in einer benachbarten Bereitstellungsposition befinden. In Fig. 17 ist gezeigt, wie die Spindeln 5, 6 – nach einem Verfahren nach oben – im Pickup-Verfahren die zweiten Bearbeitungswerkzeuge III, IV an die leeren Aufnahmevorrichtungen 8, 10 übergeben. Die Spindeln 5, 6 verfahren nun, wie in Fig. 18 gezeigt, um ein definiertes Stück zurück, so daß sich die Aufnahmevorrichtungen 8, 10, 24, 25 mittels des Zylinders 21 so verschieben lassen, daß sich die Aufnahmevorrichtungen 24, 25 mit den dritten Bearbeitungswerkzeugen V, VI in der Übergabeposition befinden, während die Aufnahmevorrichtungen 8, 10 in einer benachbarten Bereitstellungsposition sind, wie dies in Fig. 19 dargestellt ist. Wie in Fig. 20 gezeigt, sind die Spindeln 5, 6 wieder nach oben verfahren worden, um im Pickup-Verfahren die Bearbeitungswerkzeuge V, VI aufzunehmen.

In Fig. 21 ist der Zustand gezeigt, in dem die Spindeln 5 und 6 mit den Bearbeitungswerkzeugen V, VI in einem weiteren Bearbeitungsschritt ein nicht dargestelltes Werkstück bearbeiten.

Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel arbeiten die Spindeln 5, 6 im Synchronbetrieb. Selbstverständlich kann eine erfindungsgemäße Werkzeugwechselvorrichtung auch dann eingesetzt werden, wenn die Spindeln abwechselnd oder in einer anderen Betriebsart arbeiten.

Patentansprüche

1. Werkzeugwechselvorrichtung, insbesondere für Bio- oder Mehrspindelwerkzeugmaschinen, mit
 - einem Hauptspeicher (2) zur Aufnahme von einer Vielzahl von Bearbeitungswerkzeugen (I, II, III, IV, V, VI),
 - zumindest einem Zwischenspeicher (3), der zur Aufnahme von zumindest zwei Bearbeitungswerkzeugen (I, II, III, IV, V, VI) pro Spindel (5, 6) eingerichtet ist, und
 - zumindest einer Übergabevorrichtung (4) zum Transport der Bearbeitungswerkzeuge zwischen dem Hauptspeicher (2) und dem Zwischenspeicher (3),
 - wobei der Zwischenspeicher (3) zumindest eine Übergabeposition zur Werkzeugübergabe zwischen dem Zwischenspeicher (3) und der jeweiligen Spindel (5, 6) der Werkzeugmaschine aufweist.
2. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungswerkzeuge

(I, II, III, IV, V, VI) in Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) gehalten sind.

3. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) durch die Übergabevorrichtung (4) zwischen dem Hauptspeicher (2) und dem Zwischenspeicher (3) und innerhalb des Zwischenspeichers (3) linear verschiebbar sind.

4. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Zwischenspeicher (3) zum Werkzeugwechsel eine Aufnahmevorrichtung (8, 10) mit einem in die Spindel (5, 6) einzuwechselnden Bearbeitungswerkzeug (III, IV) und eine weitere Aufnahmevorrichtung (7, 9) zur Aufnahme des in der Spindel (5, 6) befindlichen Bearbeitungswerkzeugs (I, II) angeordnet sind.

5. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei Übergabevorrichtungen (4) vorhanden sind, die unabhängig voneinander Bearbeitungswerkzeuge (I–VI) zwischen dem Hauptspeicher (2) und dem Zwischenspeicher (3) transportieren.

6. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei Übergabevorrichtungen (4) vorhanden sind, die miteinander gekoppelt sind, um gleichzeitig Bearbeitungswerkzeuge (I–VI) zwischen dem Hauptspeicher (2) und dem Zwischenspeicher (3) zu transportieren.

7. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptspeicher (2) als eine Schiene (11) ausgebildet ist.

8. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (11) des Hauptspeichers (2) pro Spindel (5, 6) eine Öffnung (12, 13) besitzt, die zumindest die Breite einer Aufnahmevorrichtung (7, 8, 9, 10, 24, 25) hat.

9. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptspeicher (2) parallel zu dem Zwischenspeicher (3) angeordnet und von diesem beabstandet ist.

10. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptspeicher (2) vertikal über dem Zwischenspeicher (3) angeordnet ist.

11. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptspeicher (2) horizontal neben dem Zwischenspeicher (3) angeordnet ist.

12. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) als auf der Schiene (11) des Hauptspeichers (2) verschiebbare Kassetten ausgebildet sind.

13. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (3) eine gerade Schiene (14) umfaßt.

14. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (14) des Zwischenspeichers (3) pro Spindel (5, 6) eine Öffnung (15, 16) aufweist, die zumindest die Breite einer Aufnahmevorrichtung (7, 8, 9, 10, 24, 25) hat.

15. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (3) zumindest einen Linearantrieb (21) zum Verschieben der Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) auf der Schiene (14) umfaßt.

16. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (3)

DE 198 51 264 A 1

11

pro Spindel (5, 6) einen Linearantrieb (21) umfaßt.
 17. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearantrieb (21) des Zwischenspeichers (3) ein Hydraulikzylinder ist.
 18. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearantrieb (21) des Zwischenspeichers (3) ein Pneumatikzylinder ist.
 19. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergabevorrichtung (4) ein oberes (17) und ein unteres Schienenstück (18) umfaßt.
 20. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Schienenstücke (17, 18) der Übergabevorrichtung (4) parallel und in einem festen Abstand zueinander angeordnet sind, und der Abstand zwischen den Schienenstücken (17, 18) dem Abstand zwischen dem Hauptspeicher (2) und dem Zwischenspeicher (3) entspricht.
 21. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Schienenstücke (17, 18) der Breite der Öffnungen (12, 13, 15, 16) der Schienen (11, 14) des Hauptspeichers (2) und des Zwischenspeichers (3) entspricht.
 22. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergabevorrichtung (4) einen Linearantrieb (20) umfaßt.
 23. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearantrieb (20) der Übergabevorrichtung (4) ein Hydraulikzylinder ist.
 24. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearantrieb (20) der Übergabevorrichtung (4) ein Pneumatikzylinder ist.
 25. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Hauptspeicher (2), dem Zwischenspeicher (3) oder der Übergabevorrichtung (4) Platzhalter (22, 23) bewegbar sind, die eine Breite aufweisen, die der Breite der Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) entspricht.
 26. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Platzhalter (22, 23) leere Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) sind.
 27. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Zwischenspeicher (3) eine Vorrichtung zum Reinigen der einzuwechselnden Bearbeitungswerkzeuge angebracht ist.
 28. Werkzeugwechselvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugwechselvorrichtung (1) einen Hauptspeicher (2) und pro Spindel zumindest einen Zwischenspeicher (3) mit zumindest einer Übergabevorrichtung (4) umfaßt.
 29. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen von Ein- oder Mehrspindelwerkzeugmaschinen, das der Reihe nach die folgenden Schritte umfaßt:
 a) Ablegen eines ersten Bearbeitungswerkzeugs (I) aus der Spindel (5, 6) in den Zwischenspeicher (3) in dessen Übergabeposition,
 b) Verschieben des ersten Bearbeitungswerkzeugs (I) innerhalb des Zwischenspeichers (3) aus der Übergabeposition heraus in eine benachbarte Bereitstellungsposition,
 c) Verschieben eines zweiten, bereits im Zwischenspeicher befindlichen Bearbeitungswerkzeugs (III) in die Übergabeposition des Zwischen-

12

speichers (3),
 d) Übergabe des zweiten Bearbeitungswerkzeugs (III) aus der Übergabeposition des Zwischenspeichers (3) in die Spindel (5, 6)
 e) Transport des ersten Bearbeitungswerkzeugs (I) mit der Übergabevorrichtung (4) aus dem Zwischenspeicher (3) heraus in den Hauptspeicher (2), und
 f) Transport eines dritten Bearbeitungswerkzeugs (V) mit der Übergabevorrichtung (4) aus dem Hauptspeicher (2) in den Zwischenspeicher (3).
 30. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungswerkzeuge (I, II, III, IV, V, VI) von der Spindel (5, 6) der Werkzeugmaschine aus dem Zwischenspeicher im Pickup-Verfahren aufgenommen werden.
 31. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfahrensschritte b) und c) gleichzeitig erfolgen.
 32. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach einem der Ansprüche 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Verschieben der Bearbeitungswerkzeuge (I-VI) im Zwischenspeicher nach den Verfahrensschritten b) und c) ein lineares Verschieben ist.
 33. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach einem der Ansprüche 29 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Transport der Bearbeitungswerkzeuge (I-VI) mit der Übergabevorrichtung (4) zwischen dem Zwischenspeicher (3) und dem Hauptspeicher (2) nach den Verfahrensschritten e) und f) durch lineares Verschieben erfolgt.
 34. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach einem der Ansprüche 29 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfahrensschritte e) und f) während der Hauptzeit der Werkzeugmaschine ausgeführt werden.
 35. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach einem der Ansprüche 29 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungswerkzeuge (I bis VI) in dem Hauptspeicher (2), in dem Zwischenspeicher (3) und in der Übergabevorrichtung (4) in verschiebbaren Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) gehalten und transportiert werden.
 36. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Aufnahmevorrichtungen (7, 8, 9, 10, 24, 25) im Hauptspeicher (2) und im Zwischenspeicher (3) unabhängig voneinander verschieben lassen.
 37. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zwischenspeicher (3) vor dem Verfahrensschritt a) zumindest eine leere und zumindest eine volle Aufnahmevorrichtung (7, 8, 9, 10, 24, 25) vorhanden sind.
 38. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Übergabevorrichtung (4) im Verfahrensschritt f) ein Platzhalter (22, 23) in den Hauptspeicher (2) eingefügt wird.
 39. Verfahren zum Wechseln von Bearbeitungswerkzeugen nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Übergabevorrichtung (4) im Verfahrensschritt c) ein Platzhalter (22, 23) aus dem Hauptspei-

DE 198 51 264 A 1

13

14

cher entfernt wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

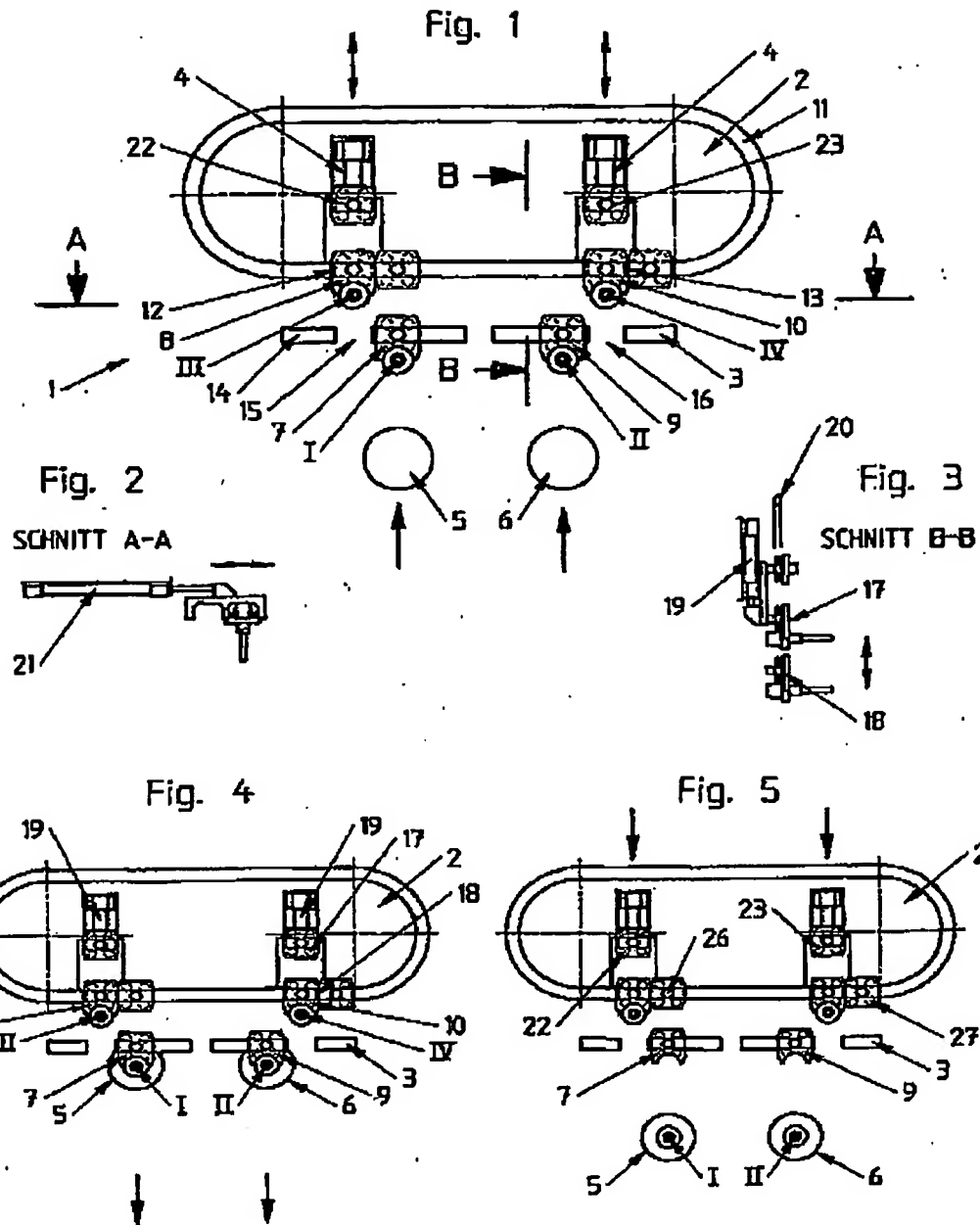
60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 198 51 264 A1
B 23 Q 3/157
18. Mai 2000



002 020/118

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 108 51 264 A1
B 23 Q 3/157
18. Mai 2000

Fig. 6

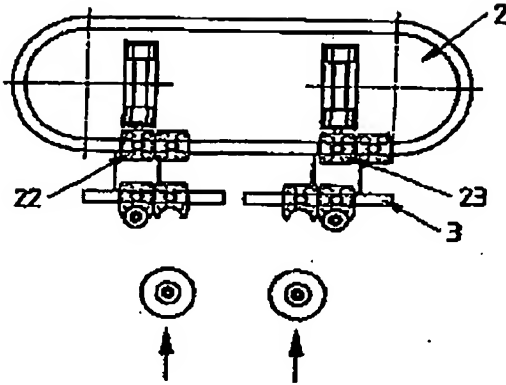


Fig. 7

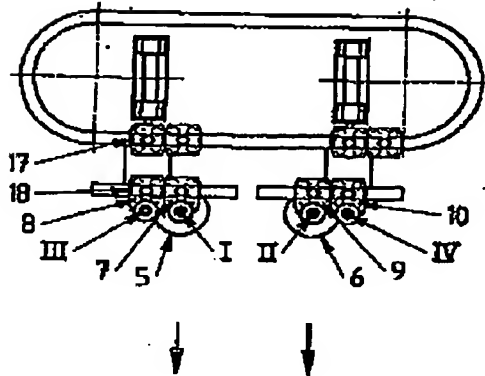


Fig. 8

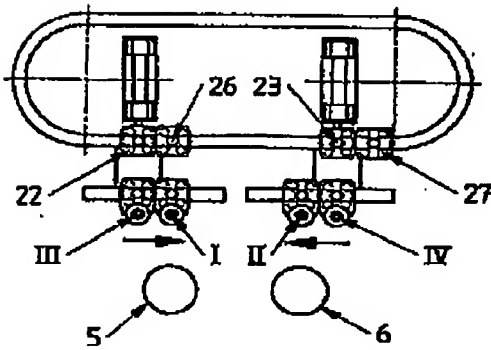
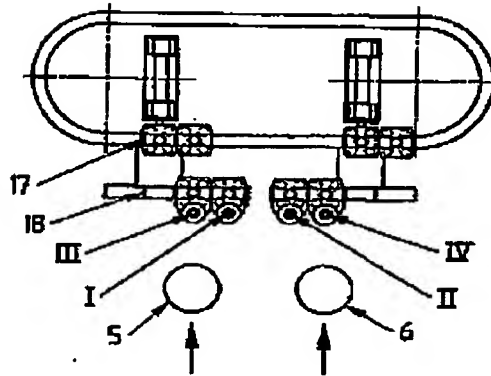


Fig. 9



002 020/118

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 198 51 264 A1
B 23 Q 3/157
18. Mai 2000

Fig. 10

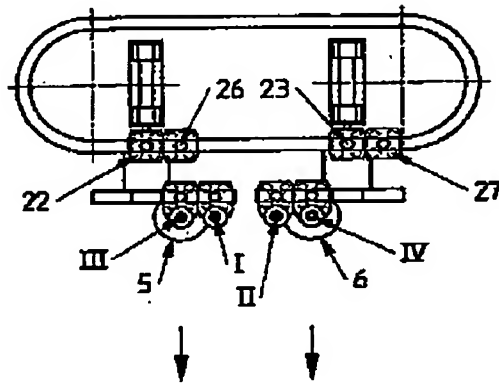


Fig. 11

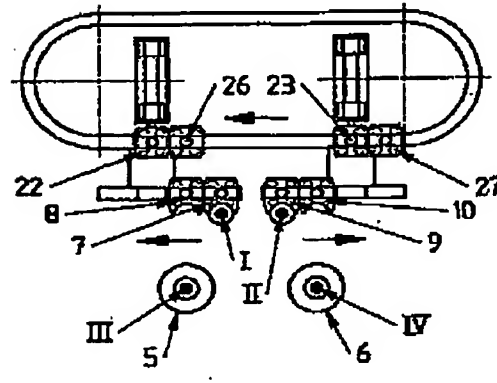


Fig. 12

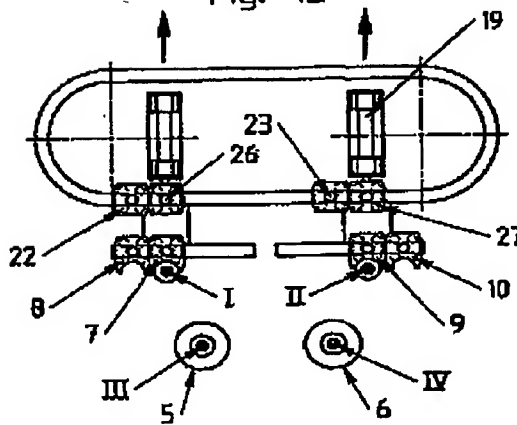
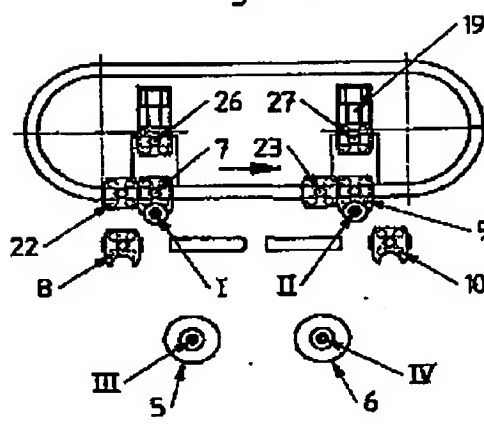
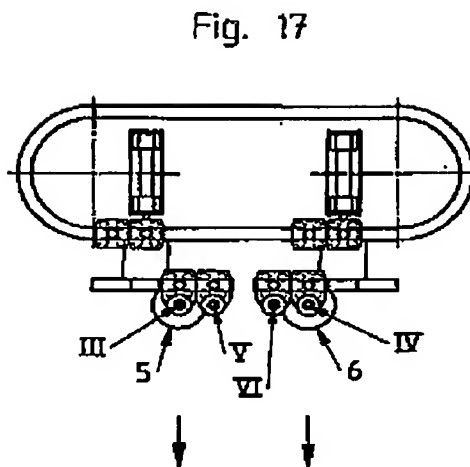
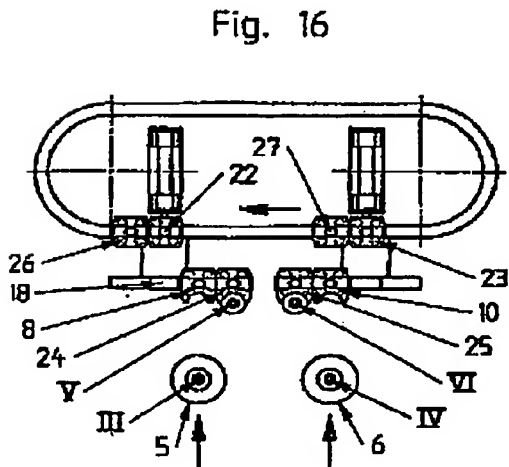
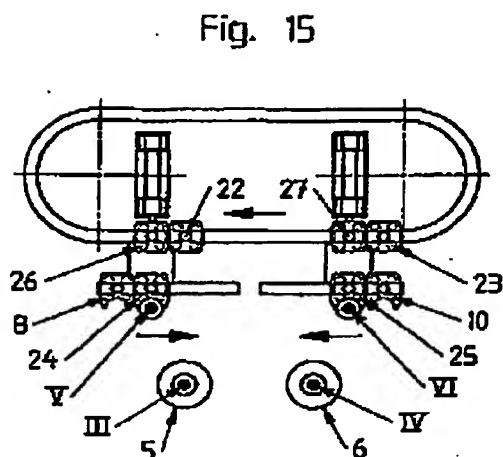
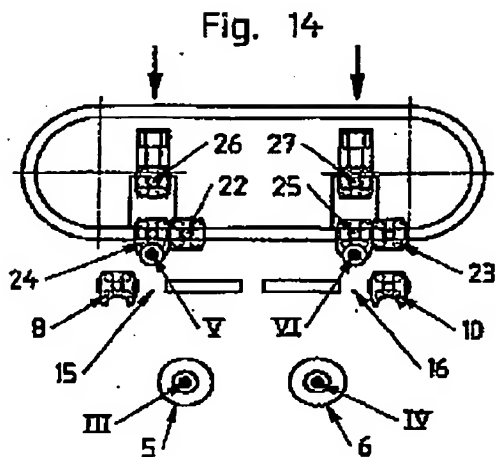


Fig. 13



002 020/118

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:DE 103 81 264 A1
B 23 Q 3/157
18. Mai 2000

002 020/118

ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 198 51 284 A1
B 23 Q 3/157
18. Mai 2000

Fig. 18

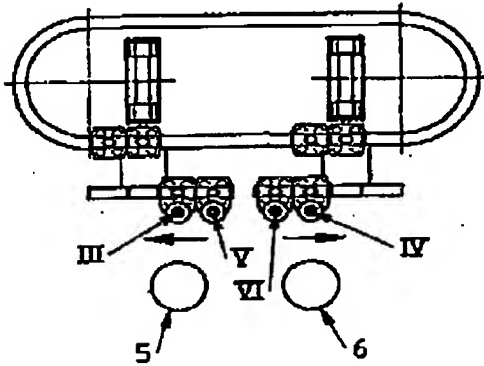


Fig. 19

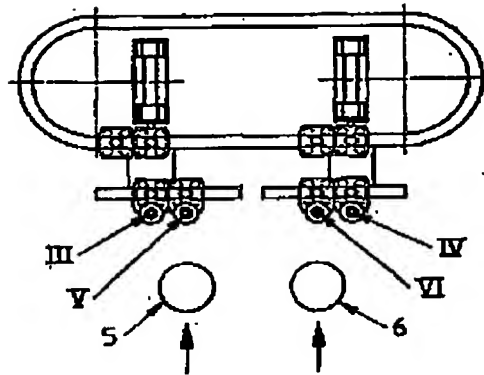


Fig. 20

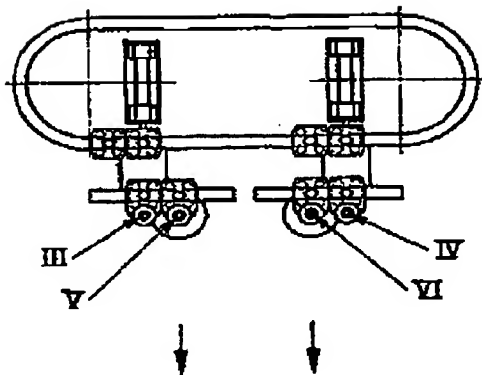
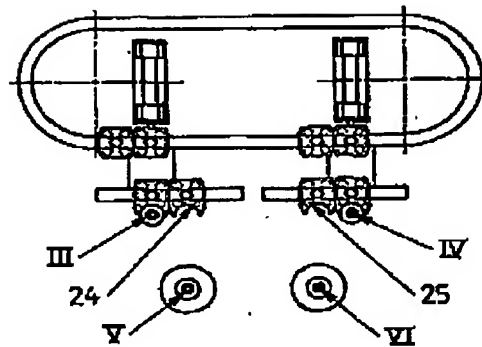


Fig. 21



002 020/118